

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-302786

(43)Date of publication of application : 14.11.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065  
C23C 16/52  
H01L 21/203  
H01L 21/205  
H01L 21/31

(21)Application number : 06-113587

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD  
TOKYO ELECTRON YAMANASHI KK

(22)Date of filing : 28.04.1994

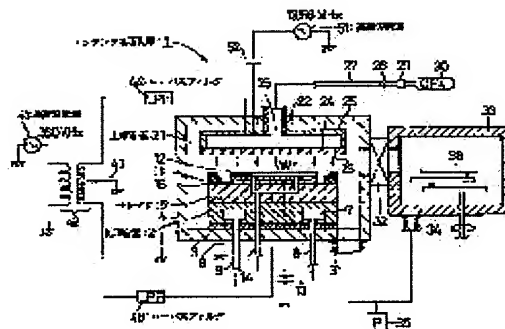
(72)Inventor : IMAFUKU KOSUKE  
ENDOU SHIYOUSUKE  
TAWARA KAZUHIRO  
NAITO YUKIO  
NAGASEKI KAZUYA  
HIROSE KEIZO

## (54) APPARATUS FOR PLASMA TREATMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To perform a fine treatment on a material to be treated in a high-density plasma atmosphere without inflicting damage on the material to be treated in a plasma treater having a power slit style.

CONSTITUTION: An upper electrode 21 and a susceptor 5, which is grounded independently of a treating container 2, are provided in opposition to each other upward and downward in the container 2. A 380kHz power from a high-frequency power supply 41 is applied to two electrodes shifting a phase by 180° via a transformer 42. A 13.56MHz power from a high-frequency power supply 51 is applied to the electrode 21. As control of the density of plasma is conducted by the high-frequency power from the power supply 51 and the energy of ions is controlled by the high-frequency power from the power supply 41, a high-selectivity plasma treatment is performed on a wafer W without inflicting damage on the wafer W.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.12.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]	3062393
[Date of registration]	28.04.2000
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2000-000164
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	06.01.2000
[Date of extinction of right]	

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-302786

(43) 公開日 平成7年(1995)11月14日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/3065

C 2 3 C 16/52

H 0 1 L 21/203

S 8719-4M

H 0 1 L 21/ 302

C

21/ 31

C

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平6-113587

(22) 出願日

平成6年(1994)4月28日

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(71) 出願人 000109565

東京エレクトロン山梨株式会社

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

(72) 発明者 今福 光祐

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

東京エレクトロン山梨株式会社内

(72) 発明者 遠藤 昇佐

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

東京エレクトロン山梨株式会社内

(74) 代理人 弁理士 金本 哲男 (外1名)

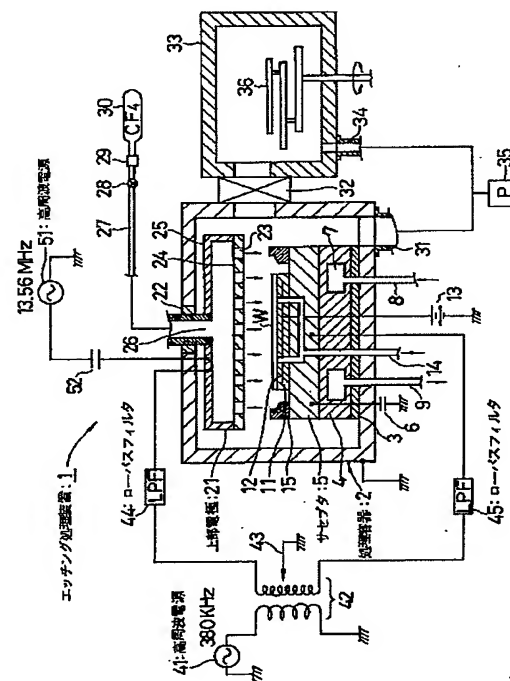
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【目的】 パワースプリット形式を有するプラズマ処理装置において、被処理体にダメージを与えることなく、高密度のプラズマ雰囲気中で被処理体に対して微細処理を施す。

【構成】 処理容器2内の上下に上部電極21と、処理容器2とは独立して接地されるサセプタ5とを対向して設ける。高周波電源41からの380kHzの高周波電力は、トランス42を介し、位相を180°ずらして前記2つの電極に印加される。高周波電源51からの13.56MHzの高周波電力は、上部電極21に印加される。高周波電源51からの高周波電力でプラズマの密度の制御がなされ、高周波電源41の高周波電力によってイオンエネルギーが制御されるので、ダメージを与えることなく、選択性の高いプラズマ処理がウエハWに対して施される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の電極と第 2 の電極とを処理室内において対向して有し、高周波電源からの高周波電力がトランスを介して前記第 1 の電極と第 2 の電極とに夫々印加される如く構成されたプラズマ処理装置において、前記第 1 の電極を接地させると共に、前記第 2 の電極に対し、前記高周波電力の周波数  $f_0$  よりも高い周波数  $f_1$  の高周波電力を印加する如く構成し、さらに前記トランスと第 1 の電極と第 2 の電極との間の各印加経路に、前記高周波  $f_1$  を遮断する遮断装置を夫々介在させたことをことを特徴とする、プラズマ処理装置。

【請求項 2】 第 1 の電極と第 2 の電極とを処理室内において対向して有し、高周波電源からの高周波電力がトランスを介して前記第 1 の電極と第 2 の電極とに夫々印加される如く構成されたプラズマ処理装置において、前記高周波電力の周波数  $f_0$  よりも高い周波数  $f_2$  の高周波電力を、他のトランスを介して前記第 1 の電極と第 2 の電極とに夫々印加する如く構成したことを特徴とする、プラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、プラズマ処理装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来から例えば半導体製造プロセスにおいては、半導体ウエハ（以下、「ウエハ」という）などの表面処理を行うために、処理室内に処理ガスを導入してこれをプラズマ化させ、処理室内のウエハに対して、前記プラズマ雰囲気の下で所定の処理、例えばエッチングやスパッタリングなどを施すプラズマ処理が行われているが、かかるプラズマ処理を実施するためのプラズマ処理装置は、これまで多種多様なものが既に提案されている。

【0003】 その中でも処理室内に第 1 の電極と第 2 の電極とを対向して設けた、いわゆる平行平板型プラズマ処理装置は、均一性に優れ、大口径の被処理体の処理が可能であり、従来から多く使用されている。そして一般的に上下に対向して配置されている第 1 の電極と第 2 の電極の間にプラズマを発生させるため、これら 2 つの電極に、位相が  $180^\circ$  異なった高周波電力を各々印加する方式は、対向電極間エリアに放電が集中する長所があり、またその場合、処理室を形成する処理容器から高周波電源を物理的に切り離し、トランスを介して高周波電源を電極に印加させるいわゆるパワースプリット形式の処理装置も提案されている。

## 【発明が解決しようとする課題】

【0004】 ところで今日では、半導体デバイスの高集積化がさらに進み、その製造プロセスにおけるプラズマ

処理についても、より微細な加工が要求されているが、そのような微細加工を実現するためには、より低圧の処理室内で、かつより高いプラズマ密度を確保してより選択性の高い処理を行うことが必要である。

【0005】 ところが前記従来のパワースプリット形式を有するプラズマ処理装置において採用されている高周波は、一般的に  $380\text{kHz}$  であるため、そのまま出力を上げると、高周波電圧も同時に高くなりイオンエネルギーが必要以上に強くなって被処理体のダメージの原因となる。また前記従来のパワースプリット形式の装置においては、処理室内が  $250\text{mTorr}$  程度であり、これより真空度を上げると（より減圧雰囲気にと）、プラズマが安定せずその密度も高くできないという問題があった。

【0006】 本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、パワースプリット形式を有するプラズマ処理装置において、より減圧雰囲気の下で高密度のプラズマ処理を可能にすると共に、イオンエネルギーの制御も可能としたプラズマ処理装置を提供して、前記した問題の解決を図ることを目的とするものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成するため、請求項 1 によれば、第 1 の電極と第 2 の電極とを処理室内において対向して有し、高周波電源からの高周波電力がトランスを介して前記第 1 の電極と第 2 の電極とに夫々印加される如く構成されたプラズマ処理装置において、前記第 1 の電極を接地させると共に、前記第 2 の電極に対し、前記高周波電力の周波数  $f_0$  よりも高い周波数  $f_1$  の高周波電力を印加する如く構成し、さらに前記トランスと第 1 の電極と第 2 の電極との間の各印加経路に、前記高周波  $f_1$  を遮断する遮断装置、例えばローパス・フィルタ、ブロッキングコンデンサなどを用いた適宜の遮断回路を夫々介在させたことを特徴とする、プラズマ処理装置が提供される。なおここでいうところの周波数  $f_0$  と周波数  $f_1$  は、周波数  $f_0$  がプラズマ中のイオン、ラジカルなどの活性種が追従できる程度の周波数、例えば  $2\text{MHz}$  以下の周波数をいい、周波数  $f_1$  は、活性種が追従できない程度の高い周波数、例えば  $3\text{MHz}$  以上の周波数、例えば  $13.56\text{MHz}$ 、 $27.12\text{MHz}$ 、 $40.68\text{MHz}$  が好ましい。

【0008】 また請求項 2 によれば、第 1 の電極と第 2 の電極とを処理室内において対向して有し、高周波電源からの高周波電力がトランスを介して前記第 1 の電極と第 2 の電極とに夫々印加される如く構成されたプラズマ処理装置において、前記高周波電力の周波数  $f_0$  よりも高い周波数  $f_2$  の高周波電力を、他のトランスを介して前記第 1 の電極と第 2 の電極とに夫々印加する如く構成したことを特徴とする、プラズマ処理装置が提供される。なお周波数  $f_0$  と周波数  $f_2$  は、周波数  $f_0$  がプラズマ中のイオン、ラジカルなどの活性種が追従できる程度

の周波数、例えば数百kHz以下の周波数であり、周波数 $f_2$ は、既述の活性種が追従できない程度の高い周波数、例えば数MHz以上の周波数をいう。

【0009】

【作用】請求項1によれば、例えば380kHzの高周波を第1の電極、第2の電極の双方に位相を180°ずらせて印加させ、また第1の電極（例えば下部電極）を接地して、第2の電極（例えば上部電極）に対して、13.56MHzなど、イオンが追従できない程度の高周波を印加すると、この13.56MHzの高周波によって対向電極間に高密度の安定したプラズマが発生する。また同時に対向電極間には、380kHzの高周波が印加されているので、プラズマ中のイオン、ラジカルなどの活性種を制御してこれを各電極側に引き寄せることができる。即ち、高いプラズマ密度を実現させる前記13.56MHzの高周波電源のパワーを上げても、イオンが追従しないので、被処理体がダメージを受けることはなく、他方これとは別にイオンが追従できる程度、例えば前記380kHzの高周波によって、イオンエネルギーを制御して選択性の高いプラズマ処理を実現することができる。

【0010】なおトランスと、第1の電極と第2の電極との間の低い方の周波数、例えば前記380kHz各印加経路には、前記高い方の高周波である例えば13.56MHzの高周波を遮断する遮断装置が介在しているので、当該13.56MHzの高周波が電極を経由して、例えば前記380kHzの高周波電源に流入ことはなく、当該380kHzの高周波に干渉して悪影響を与えることはない。

【0011】また請求項2によれば、第1の電極と第2の電極との夫々に対し、パワースプリット形式をもった、高周波電源から高低の2つの周数の高周波電力が印加されるようになっている。従って、数MHzの高周波の高周波電力（例えば、3MHzの高周波電力）によって、第1の電極と第2の電極間に高密度のプラズマを発生させると同時に、例えば380kHz程度の低い周波数の高周波によって該プラズマ中のイオンをコントロールして被処理体にダメージを与えることなく、選択性の高いプラズマ処理を実現することが可能である。しかも高低2つの高周波は、夫々第1の電極と第2の電極とに印加されているので、狭いエリアでプラズマを発生させると同時に、当該エリア内のイオン、ラジカルなどの活性種を効率よく加速させることができる。また高低2つの高周波は、トランスを介して印加される構成であるから、高低2つの高周波を発生させる高周波電源は、相互に干渉することはない。

【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面に基づき説明すると、図1は第1の実施例にかかるエッチング処理

装置1の断面を模式的に示しており、このエッチング処理装置1は、電極板が上下平行に対向した所謂平行平板型エッチング装置として構成されている。

【0013】このエッチング処理装置1は、例えば表面が酸化アルマイト処理されたアルミニウムなどからなる円筒形状に成形された処理容器2を有しており、この処理容器2は接地されている。前記処理容器2内に形成される処理室内の底部にはセラミックなどの絶縁板3を介して、被処理体、例えば半導体ウエハ（以下、「ウエハ」という）Wを載置するための略円柱状のサセプタ支持台4が收容され、さらにこのサセプタ支持台4の上部には、下部電極を構成するサセプタ5が設けられており、このサセプタ5は、ブロッキングコンデンサ6を介して接地されている。

【0014】前記サセプタ支持台4の内部には、冷媒室7が設けられており、この冷媒室7には例えば液体窒素などの温度調節用の冷媒が冷媒導入管8を介して導入可能であり、導入された冷媒はこの冷媒室7内を循環し、その間生ずる冷熱は冷媒室7から前記サセプタ5を介して前記ウエハWに対して伝熱され、このウエハWの処理面を所望する温度まで冷却することが可能である。なお冷媒として、例えば前記したような液体窒素を用いた場合、その核沸騰により生じた窒素ガスは冷媒排出管9より処理室2外へと排出されるようになっている。

【0015】前記サセプタ5は、その上面中央部が凸状の円板状に成形され、その上にウエハWと略同形の静電チャック11が設けられている。この静電チャック11は、2枚の高分子ポリイミド・フィルムによって導電層12が挟持された構成を有しており、この導電層12に対して、処理容器2外部に設置されている直流高圧電源13から、例えば1.5kVの直流高電圧を印加することによって、この静電チャック11上面に載置されたウエハWは、クーロン力によってその位置で吸着保持されるようになっている。そして前記絶縁板3、サセプタ支持台4、サセプタ5、さらには前記静電チャック11には、被処理体であるウエハWの裏面に、伝熱媒体、例えばHeガスなどを供給するためのガス通路14が形成されており、このウエハWは所定の温度に維持されるようになっている。

【0016】前記サセプタ5の上端周縁部には、静電チャック11上に載置されたウエハWを囲むように、環状のフォーカスリング15が配置されている。このフォーカスリング15は反応性イオンを引き寄せない絶縁性の材質からなり、プラズマによって発生した反応性イオン、ラジカルなどの活性種を、その内側に位置するウエハWにだけ効果的に入射せしめるように構成されている。

【0017】前記サセプタ5の上方には、このサセプタ5と平行に対向して、これより約15～20mm程度離間させた位置に、上部電極21が、絶縁材22を介して、処理容器2の上部に支持されている。この上部電極

21は、前記サセプタ5との対向面に、多数の吐出孔23を有する、例えばSiC又はアモルファスカーボンからなる電極板24と、この電極板24を支持する導電性材質、例えば表面が酸化アルマイト処理されたアルミニウムからなる、電極支持体25とによって構成されている。

【0018】前記上部電極21における電極支持体25の中央にはガス導入口26が設けられ、さらにこのガス導入口26には、ガス供給管27が接続されており、さらにこのガス供給管27には、バルブ28、並びにマスフローコントローラ29を介して、処理ガス供給源30が接続されている。本実施例では、処理ガス供給源30から、エッチングガスとしてCF<sub>4</sub>ガスが供給されるように設定されている。

【0019】前記処理容器2の下部には排気管31が接続されており、この処理容器2とゲートバルブ32を介して隣接しているロードロック室33の排気管34共々、ターボ分子ポンプなどの真空引き手段35に通じており、所定の減圧雰囲気、例えば10mTorrにまで真空引きできるように構成されている。そして前記ロードロック室33内に設けられた搬送アームなどの搬送手段36によって、被処理体であるウエハWは、前記処理容器2とこのロードロック室33との間で搬送されるように構成されている。

【0020】また前記エッチング処理装置1の処理容器2内にプラズマを発生させるための高周波電力の印加構成は次のようになっている。即ち、低い方の周波数の高周波、例えば380kHzの高周波を発振させる高周波電源41は、トランス42の一次側に設置されており、さらにこのトランス42の二次側には、一端が接地されるコントローラ43の他端部が設けられている。そしてこのトランス42の二次側は、夫々ローパスフィルタ44、45を介してサセプタ5と上部電極21に夫々接続されている。従って、前記コントローラ43の作用によって、高周波電源41のパワーは、例えば1000wの出力のうちサセプタ5へは400w、上部電極21には600wというように、任意の比率で分配させることが可能になっている。またサセプタ5と上部電極21には、相互に位相が180°異なった高周波電力が印加されるように構成されている。

【0021】他方高い方の周波数、例えば13.56MHzの高周波電力を発生させる高周波電源51からの高周波電力は、整合器としてのコンデンサ52を介して、上部電極21へと印加されるように構成されている。

【0022】第1の実施例にかかるエッチング処理装置1は以上のように構成されており、例えば、このエッチング処理装置1を用いて、シリコン基板を有するウエハW上のシリコン酸化膜(SiO<sub>2</sub>)のエッチングを実施する場合について説明すると、まず被処理体であるウエハWは、ゲートバルブ32が開放された後、搬送手段3

6によってロードロック室33から処理容器2内へと搬入され、静電チャック11上に載置される。そして高圧直流電源13の印加によって前記ウエハWは、この静電チャック11上に吸着保持される。一方搬送手段36は、ロードロック室33内へ後退したのち、処理容器2内は前出真空引き手段35によって、所定の真空度にまで真空引きされていく。

【0023】他方バルブ28が開放されて、マスフローコントローラ29によってその流量が調整されつつ、処理ガス供給源30からCF<sub>4</sub>ガスが処理ガス供給管27、ガスガス導入口26を通じて上部電極21の中空部へと導入され、さらに電極板24の吐出孔23を通じて、図1中の矢印に示される如く、前記ウエハWに対して均一に吐出される。

【0024】そして処理容器2内の圧力が、例えば10mTorrに設定、維持された後、高周波電源51から、13.56MHzの高周波電力が、上部電極21に印加され、サセプタ5との間で前記CF<sub>4</sub>ガスをプラズマ化させ、ガス分子を解離させる。他方高周波電源41からは、380kHzの高周波電力が、トランス42を介してサセプタ4と上部電極21とに、夫々位相が180°異なった高周波電力が印加され、前記プラズマ化したガス分子中の、イオンやラジカル、例えばフッ素ラジカルなどを、サセプタ5側へと積極的に引き寄せ、これによってウエハWに対して所定のエッチング処理が施される。

【0025】この場合、プラズマ自体の発生、維持は、より高周波の高周波電源51からの高周波電力によって行われるので、安定したかつ高密度のプラズマが生成されており、しかも前記したように、このプラズマ中の活性種は、それとは別にサセプタ5、上部電極21に印加されている380kHzの高周波電力によってコントロールされるので、選択性の高いエッチングを施すことができる。しかもプラズマを発生させるための13.56MHzの高周波では、イオンが追従しないので、高密度のプラズマを得るために高周波電源51の出力を大きくしても、イオン衝撃によってウエハWに対しダメージを与えるおそれはないものである。

【0026】また高周波電源41のトランス42の二次側と、サセプタ5、上部電極21との間印加経路には、夫々ローパスフィルタ44、45が介在しているので、高周波電源51からの13.56MHzの高周波が印加経路に侵入して、380kHzの高周波に干渉するおそれはなく、安定したプロセスが実現されるものである。なおかかる機能を鑑みれば、ローパスフィルタに代えて、適宜のブロッキングコンデンサを使用してもよい。

【0027】次に第2の実施例について説明すると、図2に示したように、この第2の実施例にかかるエッチング処理装置71は、処理容器72の基本的な構成は前記第1の実施例における処理容器2と同一であり、図2

中、図 1 と同一の引用番号で付される部材、構成は、前出第 1 の実施例にかかるエッチング処理装置 1 と同一の部材、構成である。なお図 2 においては、図 1 に見られたロードロック室や真空引き手段はその図示が省略されている。

【0028】そしてこのエッチング処理装置 71 のサセプタ 73 は、前記第 1 実施例と異なり接地されておらず、またこのエッチング処理装置 71 においては、高周波電力の印加構成等が前記第 1 実施例と異なっている。即ち、まず低い方の周波数、例えば 380kHz の高周波電力を発生させる高周波電源 74 は、トランス 75 の一次側と接続され、またこのトランス 75 の二次側は、夫々サセプタ 73 と上部電極 76 と接続されている。なおこのトランス 75 の二次側はパワーの分配を制御するコントローラ 77 が設けられている。

【0029】他方高い周波数、例えば 3MHz の高周波電力を発生させる高周波電源 81 は、トランス 82 の一次側に接続され、またこのトランス 82 の二次側は、夫々サセプタ 73 と上部電極 76 と接続されている。なおこのトランス 82 の二次側にも、パワーの分配を制御するコントローラ 83 が設けられている。

【0030】第 2 実施例にかかるエッチング処理装置 71 の特徴ある構成は以上の通りであり、エッチング処理の際に、サセプタ 73 と上部電極 76 には、高周波電源 81 から夫々位相が 180° 異なった 3MHz の高周波電力が印加されて、これらサセプタ 73 と上部電極 76 との間のエリアにプラズマを発生させ、同時に高周波電源 74 からは同様に位相が 180° 異なった 380kHz の高周波電力が印加され、当該プラズマ中の活性種が加速されてウエハ W に入射する。従って高周波電源 81 を調整することによってプラズマ密度自体を制御できると共に、高周波電源 74 の調整によってプラズマ中のイオン、ラジカルエネルギーが制御でき、ウエハ W にダメージを与えることなく、選択性の高いエッチングを実施することが可能になっている。

【0031】またこの第 2 実施例では、そのように相対的高低を有する 2 つの高周波電源 84、74 は夫々独立したパワースプリット構成であるから、電源自体に対する相互干渉は発生せず、安定した処理を実施することができる。しかも前記 2 つの高周波電源 84、74 からの高周波電力は、各々サセプタ 73 と上部電極 76 とに印加される構成であるから、電流の流れを狭いエリア、即

ちサセプタ 73 と上部電極 76 との間の空間領域に集中させることができ、この点からも高密度のプラズマが確保され、しかもプラズマ中のイオンのコントロール効率が向上しているものである。

【0032】なお前記した各実施例は、いずれも被処理体が半導体ウエハであって、対象とする処理がエッチングの場合であったが、本発明はこれに限らず、例えば LCD 基板を処理対象とする処理装置にも適用でき、また処理自体もエッチングに限らず、スパッタリング、CVD 処理であってもよい。

【0033】

【発明の効果】請求項 1 によれば、パワースプリット形式を採用するプラズマ処理装置において、従来より低圧の下で高いプラズマ密度を実現することができ、被処理体にダメージを与えることなく、選択性の高いプラズマ密度を実現することが可能である。またより周波数の高い高周波  $f_1$  が、より低い高周波  $f_0$  のトランス部に流入、干渉することなく、安定したプロセスを実現することができる。

【0034】請求項 2 によれば、狭いエリア内で高密度のプラズマを発生させることができ、被処理体にダメージを与えることなく、選択性の高いプラズマ密度を実現することが可能である。また高低 2 つの高周波は、トランスを介して印加される構成であるから、各高周波電源は、相互に干渉することはない。

【図面の簡単な説明】

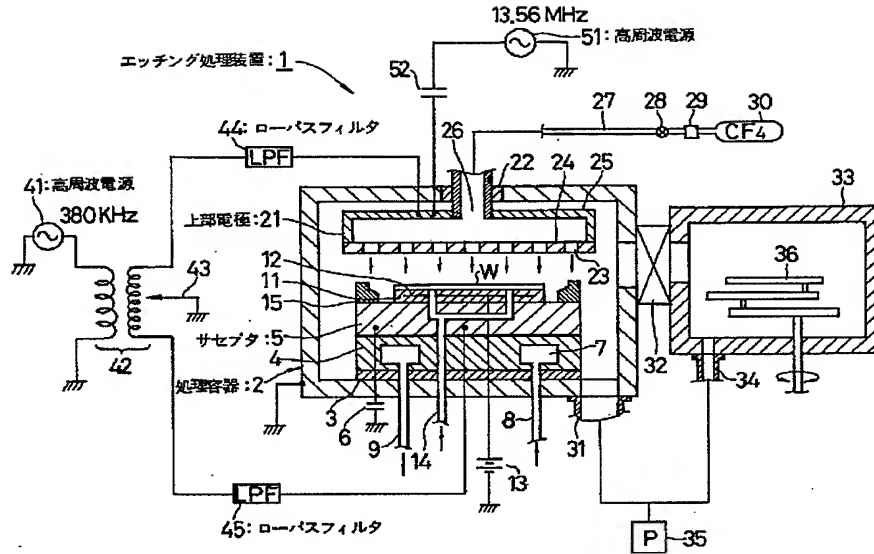
【図 1】第 1 の実施例にかかるエッチング処理装置の断面説明図である。

【図 2】第 2 の実施例にかかるエッチング処理装置の断面説明図である。

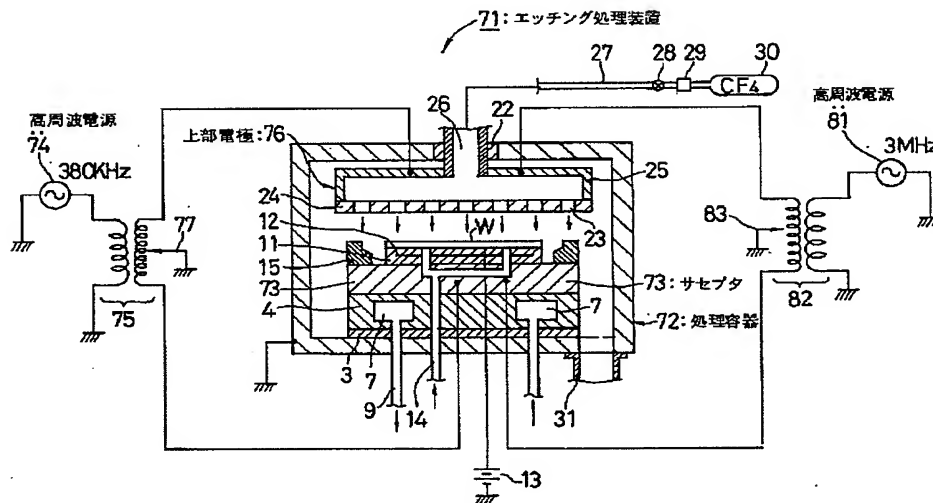
【符号の説明】

- 1 エッチング処理装置
- 2 処理容器
- 5 サセプタ
- 6 ブロッキングコンデンサ
- 21 上部電極
- 41 高周波電源 (380kHz)
- 42 トランス
- 44、45 ローパス・フィルタ
- 51 高周波電源 (13.56MHz)
- 52 コンデンサ
- W ウエハ

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H O 1 L 21/205

21/31

(72) 発明者 田原 一弘

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1  
東京エレクトロン山梨株式会社内

(72) 発明者 内藤 幸男

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1  
東京エレクトロン山梨株式会社内



(72) 発明者 永関 一也  
山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1  
東京エレクトロン山梨株式会社内

(72) 発明者 広瀬 圭三  
山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1  
東京エレクトロン山梨株式会社内